

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/010157

International filing date: 02 June 2005 (02.06.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-180792  
Filing date: 18 June 2004 (18.06.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 October 2005 (28.10.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 6 月 1 8 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 8 0 7 9 2

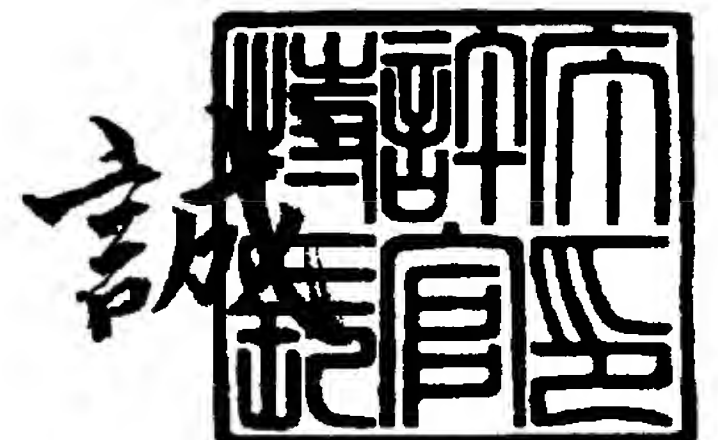
パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
J P 2 0 0 4 - 1 8 0 7 9 2  
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

出 願 人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 1 0 月 1 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】	特許願
【整理番号】	2900760503
【提出日】	平成16年 6月18日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H04B 10/02
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内
【氏名】	尾田 勝哉
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内
【氏名】	東郷 仁麿
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内
【氏名】	佐藤 吉保
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内
【氏名】	浅野 弘明
【特許出願人】	
【識別番号】	000005821
【氏名又は名称】	松下電器産業株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100105647
【弁理士】	
【氏名又は名称】	小栗 昌平
【電話番号】	03-5561-3990
【選任した代理人】	
【識別番号】	100105474
【弁理士】	
【氏名又は名称】	本多 弘徳
【電話番号】	03-5561-3990
【選任した代理人】	
【識別番号】	100108589
【弁理士】	
【氏名又は名称】	市川 利光
【電話番号】	03-5561-3990
【選任した代理人】	
【識別番号】	100115107
【弁理士】	
【氏名又は名称】	高松 猛
【電話番号】	03-5561-3990
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090343
【弁理士】	
【氏名又は名称】	濱田 百合子
【電話番号】	03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0002926

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

伝送すべき電気信号の周波数帯をこの周波数帯よりも高い特定の周波数帯に変換する周波数変換器と、

前記周波数変換後の伝送電気信号をレーザまたは光変調器により電気/光変換を行う電気/光変換器とを有する光送信装置。

【請求項 2】

前記周波数変換器は 5 0 0 M H z 以上の周波数帯に変換するものを用いるとともに、前記電気/光変換器は単一モード発振レーザを用いる請求項 1 に記載の光送信装置。

【請求項 3】

前記周波数変換器は 2 0 0 M H z 以上の周波数帯に変換するものを用いるとともに、電気/光変換器は多モード発振レーザを用いる請求項 1 に記載の光送信装置。

【請求項 4】

伝送すべき電気信号の周波数帯をこの周波数帯よりも低く、かつ、5 0 0 M H z 以上の周波数帯に変換する周波数変換器と、

前記周波数変換後の前記伝送電気信号を単一モード発振レーザにより電気/光変換を行う電気/光変換器とを有する光送信装置。

【請求項 5】

伝送すべき電気信号の周波数帯をこの周波数帯よりも低く、かつ、2 0 0 M H z 以上の周波数帯に変換する周波数変換器と、

前記周波数変換後の前記伝送電気信号を多モード発振レーザにより電気/光変換を行う電気/光変換器とを有する光送信装置。

【請求項 6】

伝送すべき電気信号を電気/光変換して光伝送路に送り出す光送信装置と、この光送信装置から送信される信号光を伝送する光伝送路と、この光伝送路を介して前記光送信装置から伝送される前記信号光を受光し光/電気変換してもとの前記電気信号を受信する光受信装置とを備え、前記光伝送路での反射減衰量の合計が 6 0 d B 以上のものを用いた光伝送システムにおいて、

前記光送信装置として請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の光送信装置を用いる光伝送システム。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光送信装置及び光伝送システム

【技術分野】

【0001】

本発明は、光伝送路を利用して映像信号や移動体無線通信信号などのアナログ信号を光伝送する光送信装置及びこれを備えた光伝送システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

映像信号や移動体無線通信などのようなアナログ信号を光ファイバなどの光伝送路で伝送させる場合、電気信号を光信号に変換する方法として、半導体レーザを用いて直接変調する直接変調方式や、外部変調器を用いた外部変調方式が知られている。

ところで、光アナログ伝送には、技術課題として、光伝送後の歪特性や、CNR（Carrier-to-Noise Ratio：キャリア対雑音比）の確保が挙げられる。例えば、直接変調方式による電気／光変換では、主に、電気／光変換器に用いる半導体レーザ自身に特性劣化を生じているが、この特性劣化は高周波のアナログ信号を伝送するときに、特に顕著に現れる。そこで、これを回避するために高周波特性が良好な半導体レーザを用いることもあるが、高周波特性の良い半導体レーザは一般に高価である。一方、外部変調方式による電気／光変換では、一般に、高周波特性や雑音劣化が改善されるが、LN変換器やEA変換器などの外部変調器自体が非常に高価なものである。

【0003】

そこで、光伝送システムにおいて良好な伝送特性を維持しながら低廉なレーザの使用を可能とするため、アナログRF信号の伝送周波数をこれよりも周波数の低い中間周波数（Intermediate Frequency；以下、「IF」とよぶ）に変換して、光ファイバ上を伝送させる方式が提案されている（例えば、特許文献1参照）。この方式では、例えば図9に示すように、送信機側において、IF信号と無変調波信号を合波手段101により低周波帯で多重したのち、電気／光変換器102で直接変調して光伝送する。一方、受信機側では、受信した無変調波信号を光／電気変換器103で光／電気変換し、分波手段104を経て逡倍手段105で逡倍して得た逡倍波（ローカル信号）に対して、周波数変換手段106でIF信号の周波数変換を行い、RF信号を得るという方式のものである。これにより、レーザの変調周波数を低くすることができるので、安価なレーザを用いることができる。また上述の方式とは別に、無変調波信号（ローカル信号）の周波数配置に関する光アナログ伝送方法も知られている（例えば、特許文献2参照）。この光アナログ伝送方法では、ローカル信号周波数をIF信号より1GHz以上離れた高域に設定することで、伝送信号劣化を抑制している。

【0004】

上述の2つの従来例は、半導体レーザでもたらされる特性劣化の改善方法に関する技術であり、歪特性やCNRの劣化要因としては、その他に、光伝送路での光反射による劣化が知られている。

【特許文献1】 特開平6-164427号公報

【特許文献2】 特開平11-355209公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の光アナログ伝送では、この光反射による特性劣化の改善策として、反射がほとんど発生しないファイバ融着や斜め研磨ファイバ接続を採用したり、光アイソレータを追加することが一般的であった。そのため、デジタル信号伝送用のファイバ伝送路に比べて、アナログ信号伝送用のファイバ伝送路は高価なものとなっている。

【0006】

しかも、上述したように、従来の光アナログ伝送にあっては、光伝送路での光反射により特性が大きく劣化するため、光伝送路で反射現象を発生させないようにすることが重要



な課題となっていた。従って、例えば反射減衰量が不明なファイバ、反射減衰量が小さいデジタル伝送用の安価な既設ファイバ（ダークファイバ）、或いはファイバ間を接続するためのコネクタが存在する光伝送路などの光伝送路を用いると、前述の良好な光伝送相特性を有するアナログ伝送を実現することが困難であった。

#### 【 0 0 0 7 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、光の反射による劣化原因を究明し、アナログ信号に対して、たとえ光伝送路で反射現象が発生しても、良好な光伝送特性を得ることができる光送信装置及び光伝送システムを提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【 0 0 0 8 】

本発明の光送信装置は、伝送すべき電気信号の周波数帯をこの周波数帯よりも高い特定の周波数帯に変換する周波数変換器と、

前記周波数変換後の伝送電気信号をレーザまたは光変調器により電気/光変換を行う電気/光変換器とを有する構成となっている。

この構成により、光伝送路上に反射部が存在する光伝送において、伝送信号周波数より高い特定の周波数に変換して伝送することで、その理由は後述するが、反射の影響による伝送特性劣化を生じず、反射が存在する光伝送路においても良好な伝送を可能とする。

#### 【 0 0 0 9 】

また、本発明の光送信装置は、前記周波数変換器は500MHz以上の周波数帯に変換するものを用いるとともに、前記電気/光変換器は単一モード発振レーザを用いる構成となっている。

この構成により、光伝送路上に反射部が存在し、かつ電気/光変換器に単一モードレーザを用いる光伝送において、反射耐力のない周波数範囲内に伝送周波数がある場合、多重反射の影響により伝送特性劣化を生じない最適な周波数範囲、つまり500MHz以上に伝送周波数を変換して伝送することで、反射が存在する光伝送路においても良好な伝送を可能とする。

#### 【 0 0 1 0 】

また、本発明の光送信装置は、前記周波数変換器は200MHz以上の周波数帯に変換するものを用いるとともに、電気/光変換器は多モード発振レーザを用いる構成となっている。

この構成により、光伝送路上に反射部が存在し、かつ電気/光変換器に多モードレーザを用いる光伝送において、反射耐力のない周波数範囲内に伝送周波数がある場合、反射戻り光の影響により伝送特性劣化を生じない最適な周波数範囲、つまり200MHz以上に伝送周波数を変換して伝送することで、反射が存在する光伝送路においても良好な伝送を可能とする。

#### 【 0 0 1 1 】

また、本発明の光送信装置は、伝送すべき電気信号の周波数帯をこの周波数帯よりも低く、かつ、500MHz以上の周波数帯に変換する周波数変換器と、

前記周波数変換後の前記伝送電気信号を単一モード発振レーザにより電気/光変換を行う電気/光変換器とを有する構成となっている。

この構成により、光伝送路上に反射部が存在し、かつ電気/光変換器に単一モードレーザを用いる光伝送において、反射耐力のない周波数範囲内に伝送周波数がある場合、多重反射の影響により伝送特性劣化を生じない最適な周波数範囲、つまり伝送信号の周波数より低い周波数であるが、500MHz以上に伝送周波数を変換して伝送することで、反射が存在する光伝送路においても良好な伝送を可能とする。

#### 【 0 0 1 2 】

また、本発明の光送信装置は、伝送すべき電気信号の周波数帯をこの周波数帯よりも低く、かつ、200MHz以上の周波数帯に変換する周波数変換器と、

前記周波数変換後の前記伝送電気信号を多モード発振レーザにより電気/光変換を行う電気/光変換器とを有する構成となっている。

この構成により、光伝送路上に反射部が存在し、かつ電気/光変換器に多モードレーザを用いる光伝送において、反射耐力のない周波数範囲内に伝送周波数がある場合、反射戻り光の影響により伝送特性劣化を生じない最適な周波数範囲、つまり200MHz以上に伝送周波数を変換して伝送することで、反射が存在する光伝送路においても良好な伝送を可能とする。

#### 【0013】

また、本発明の光伝送システムは、伝送すべき電気信号を電気/光変換して光伝送路に送り出す光送信装置と、この光送信装置から送信される信号光を伝送する光伝送路と、この光伝送路を介して前記光送信装置から伝送される前記信号光を受光し光/電気変換してもとの前記電気信号を受信する光受信装置とを備え、前記光伝送路での反射減衰量の合計が60dB以上のものを用いた光伝送システムにおいて、

前記光送信装置として上記の光送信装置を用いる構成となっている。

本発明者によれば、フラット研磨コネクタや長距離ファイバで生じるレイリー散乱による反射減衰量は30dB程度となる。従って、光伝送路にこれらの反射による多重反射が存在する場合、この構成において、中間周波数 $f$  (IF) を $500\text{MHz} < f$ に設定すると、多重反射光による特性劣化を1dB未満に抑えることができるとの知見が得られている。同様に、中間周波数 $f$  (IF) を $200\text{MHz} < f$ に設定すると、戻り光による特性劣化を1dB未満に抑えることができるとの知見も得られている。

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

本発明によれば、光伝送路上に反射部が存在する光伝送において、伝送すべき電気信号をこの周波数より高い若しくは低い所定範囲の周波数に変換してから、特定の電気/光変換器によって電気/光変換させて伝送することで、光反射の影響による伝送特性の劣化を生じず、光反射が存在する光伝送路においても良好な光伝送特性を得ることが可能となる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0015】

以下、本発明の実施形態について、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

#### 【第1の実施形態】

図1は、本発明の第1の実施形態に係る光伝送システムを示す概略構成図であり、この光伝送システムは、信号源1、第1電気伝送路2A、第1周波数変換装置3及び電気/光変換器（以下、E/O変換器とよぶ）である半導体レーザ4を備える光送信装置Aと、光ファイバ伝送路5と、光/電気変換器（以下、O/E変換器とよぶ）であるフォトダイオード6、第2電気伝送路2B及び第2周波数変換装置7を備える受信装置Bとを有している。

このうち、光送信装置A側に設けた第1周波数変換装置3は、信号源1からの伝送電気信号の周波数帯をこの周波数帯よりも低い中間周波数（IF）、即ち反射耐力のある特定の周波数帯に変換している。

#### 【0016】

従って、本実施形態の光伝送システムによれば、第1周波数変換装置3が、中間周波数（IF）として反射耐力のある周波数（具体的には後述する）に変換しているので、光ファイバ伝送路5中に反射部8が存在する場合でも、特性劣化のない良好な光伝送が可能となる。別言すれば、信号源1から出力される伝送周波数 $x$ の電子信号が反射耐力のない周波数範囲内にあっても、多重反射などの影響により伝送特性劣化を生じることがない最適な周波数帯の周波数 $f$ に変換して伝送することができる。従って、反射が存在する光ファイバ伝送路5においても良好な伝送が可能となる。

#### 【0017】

ここで、この発明にかかる発明者が知得した光反射による特性劣化の要因について説明する。

（I）初めに、光ファイバ伝送路5中で反射現象（反射部）が発生していない場合の光



信号の伝送のようすについて、図 2 を参照しながら説明する。

信号源 1 から出力された周波数  $x$  (電気信号周波数  $x$ ) の信号は、電気伝送路 2 A を介して E/O 変換器 (電気/光変換器) である半導体レーザ 4 に入力され、強度変調された光信号を発生する。次に、この強度変調された後の光信号は、光ファイバ伝送路 5 上を伝送され、O/E 変換器 (光/電気変換器) であるフォトダイオード 6 で O/E 変換される。ここで、光ファイバ伝送路 5 中に反射部の発生がないと、半導体レーザ 4 (E/O 変換器) およびフォトダイオード 6 (O/E 変換器) 等で生じた劣化成分のみが伝送後の信号に加わる (図 2 中、斜線部参照)。

#### 【0018】

(I I) 一方、図 3 には、光ファイバ伝送路 5 中に反射現象 (反射部 8) が発生している場合の光信号の伝送のようすを示す。

信号源 1 から出力され電気伝送路 2 A を介して E/O 変換器である半導体レーザ 4 で E/O 変換された光信号は、光ファイバ伝送路 5 に導かれてこの中を伝播し、O/E 変換器であるフォトダイオード 6 で検波後、電気信号に変換される。

しかしながら、光ファイバ伝送路 5 中に反射部 8 が存在する場合 (但し、反射部 6 は 2箇所あるものとする)、半導体レーザ 4 からフォトダイオード 6 へ直接入射する成分 ( $\alpha$ ) のほかに、反射部 8 A、8 B 間で多重反射された光がフォトダイオード 5 に遅れて足しあわされて入射する成分 ( $\beta$ ) と、反射部 8 A でフレネル反射された光が半導体レーザ 4 に再入射する成分 ( $\gamma$ ) とが存在することになる。ここで、直接伝播する光信号成分 ( $\alpha$ ) と、多重反射された光信号成分 ( $\beta$ ) とがフォトダイオード 6 において検波されると、ビート雑音として電気信号に現れ、本来の信号成分 ( $\alpha$ ) に対して不要成分として振舞うため、伝送品質に影響を及ぼす。

#### 【0019】

次に、光ファイバ伝送路 5 中に光の反射部 8 (8 A、8 B) が存在することにより、多重反射が生じるときの振る舞い、特に低周波領域位相雑音の発生メカニズムについて、定性的に説明する。

図 4 に多重反射時の信号伝送のようすを示す。光ファイバ伝送路 5 中にこの多重反射がある場合には、O/E 変換器であるフォトダイオード 6 に直接入射される光信号 (図中、 $\alpha$  成分) に加えて、多重反射成分がフォトダイオード 6 に入射される (図中、 $\beta$  成分)。一方、O/E 変換器であるフォトダイオード 6 では、それらの成分が二乗検波されることで、本来の信号に対して不要成分となるビート雑音が生じる。特に、半導体レーザ 4 からの直接光成分 ( $\alpha$ ) と多重反射光成分 ( $\beta$ ) の光周波数差が非常に小さいため、二乗検波による電気信号は低周波領域に集中し、位相雑音 (斜線部  $\delta$ 、これを「低周波領域の位相雑音」とよぶ) が足しあわされる。その結果、電気信号周波数  $x$  が低い場合、本来の位相雑音に加えて、前述した低周波領域の位相雑音成分 ( $\delta$ ) も加算されることになり、伝送特性の劣化をもたらす。

#### 【0020】

そこで、本発明者は、光ファイバ伝送路 5 中に反射部 8 が存在し、多重反射が存在するときの C/N R 特性を評価する実験を行ってみた。図 5 に、その多重反射存在時の C/N R 周波数依存性を示す。ただし、同図中、縦軸は光反射がない状態 (無反射状態) での C/N R との偏差量をあらわしている。この図より、ある周波数 (図 5 では 2 GHz) より低い領域において C/N R 特性が大きく劣化していることがわかり、C/N R 特性には周波数依存性があることが確認できる。

また、半導体レーザ 4 の光出力部には、光アイソレータが付設されることも一般的である。ところが、近年、特に反射戻り光に対して一定の耐性を有するファブリペロー型の半導体レーザを用いるときには、低コスト化の要望もあり、光アイソレータを使用しない場合がある。この場合には、反射部 8 で反射された光信号の一部 (図 3 に主に  $\gamma$  で示す。なお、一部は反射部 8 B で反射したものが、反射部 8 A を透過して戻ることもあるが、近似的に無視できる。) は、半導体レーザ 4 自身へ戻ってきてしまう。その結果、この反射戻り光が著しく大きくなってくると、半導体レーザ 4 の発振状態の不安定性を引き起こすこ

とになる。

#### 【0021】

そこで、反射戻り光（光信号成分 $\gamma$ ）に対しても、前述の多重反射と同様に周波数依存性を評価する実験を行ってみた。図6に、その反射戻り光が存在する時のCNRの周波数依存性を示す。

同図より、ある周波数（図6では2GHz）より低い領域において、CNR特性が大きく劣化していることがわかり、反射戻り光の存在時には、伝送特性に周波数依存性があることが確認できる。

このようにして、本発明者は、光伝送路5中に反射部8が存在する場合、CNR特性には、前述した反射光成分（光信号成分 $\beta$ 、 $\gamma$ ）による劣化とともに周波数依存性があり、高周波側で劣化が小さいという知見を得た。この光伝送路中の光の振る舞いについては、本発明者が上記に関する各種の実験及び理論的考察の結果、初めて得たものである。

#### 【0022】

##### 【第2の実施形態】

次に、本発明の第2の実施形態に係る光伝送システムについて説明する。なお、本実施形態において、第1の実施形態と同一部分には同一符号を付して重複説明を避ける。

図7は、本実施形態の光伝送システムを示す概略構成図であり、この光伝送システムの光送信装置では、第1の実施形態と異なり、第1周波数変換装置3により、信号源1からの伝送電気信号の周波数帯をこの周波数帯よりも高い所定の周波数帯に変換する。また、本実施形態では、第1の実施形態と同様に、電気/光変換器である半導体レーザ4には、単一モード発振のものを使用している。

#### 【0023】

ここで、E/O変換器として単一モード発振の半導体レーザ4を用いた本実施形態の光送信装置において、図5と同様に、中間周波数（IF） $f$ に対する伝送後のCNR特性を、本発明者が測定してみた。即ち、光ファイバ伝送路5中の2箇所で反射部8が発生している場合に、これらの反射部8による多重反射量（2点間の反射減衰量の和）を変化させ、そのときのCNR特性を評価する実験を行ってみた。

#### 【0024】

すると、反射状態が劣化するに従い、CNRに1dB以上もの劣化が見られ、反射耐力には周波数依存性があることが判明した。即ち、フレネル反射（屈折率の異なる界面で発生する反射）が存在するような劣悪な反射状態の場合（反射減衰量の和<40dB；図5グラフ中の点線部分）、中間周波数（IF） $f$ を次式

$$2\text{GHz} < f$$

を満たすように設定すると、これらの反射による多重反射が発生しても、伝送信号の特性劣化を回避できることがわかった。

#### 【0025】

また、フラット研磨コネクタや長距離ファイバで生じるレイリー散乱（光と結晶粒子との共鳴による散乱現象）による反射減衰量は30dB程度なので、光伝送路でこれらの反射や散乱による多重反射が存在する場合（反射減衰量の和<60dB；図5グラフ中の実線部分）、中間周波数 $f$ （IF）を次式

$$500\text{MHz} < f \quad \cdots (1)$$

を満たすように設定すると、光反射による特性劣化を1dB未満に抑えることができることも判明した。

このように、単一モード発振の半導体レーザ4を用いた本実施形態の光送信装置によれば、中間周波数 $f$ を、（1）式を満たす範囲に設定することで、光ファイバ伝送路5中に反射部が2箇所存在する場合でも、多重反射による特性劣化のない、良好な伝送を実現することが可能となる。

#### 【0026】

##### 【第3の実施形態】

次に、本発明の第3の実施形態に係る光伝送システムについて説明する。なお、本実施

形態において、第 1 の実施形態と同一部分には同一符号を付して重複説明を避ける。

図 8 は、本実施形態の光伝送システムを示す概略構成図であり、この光伝送システムの光送信装置では、E/O 変換器として、多モード発振の半導体レーザ 4 を使用している。

#### 【0027】

ここで、E/O 変換器に多モード発振の半導体レーザ 4 を備えた本実施形態の光送信装置を用いて、光ファイバ伝送路 5 の反射部 8 から半導体レーザ 4 へ再入射される反射量（1 点での反射減衰量）を変化させたときの中間周波数（IF） $f$  に対する信号伝送後の CNR 特性を、図 6 に示したのと同様に、本発明者が測定してみた。

これによれば、反射部 8 での反射状態が劣化するにしたがい、CNR 特性の劣化が見られ、ここでも反射耐力には周波数依存性があることが判明した。即ち、フレネル反射が存在するような劣悪な反射状態の場合（反射減衰量  $< 20 \text{ dB}$ ；図 5 グラフ中の点線）、中間周波数（IF）を、次式

$$500 \text{ MHz} < f$$

を満たすように設定すると、これらの反射による戻り光が発生しても、伝送信号の特性劣化を回避できることがわかった。

#### 【0028】

また、フラット研磨コネクタや長距離ファイバで生じるレイリー散乱による反射減衰量は  $30 \text{ dB}$  程度なので、光伝送路にこれらの反射が存在する場合（反射減衰量  $< 30 \text{ dB}$ ；図 5 グラフ中の実線）、中間周波数を、次式

$$200 \text{ MHz} < f \quad \dots (2)$$

を満たすように設定すると、光反射の戻り光による特性劣化を  $1 \text{ dB}$  未満に抑えることができることも判明した。

このように、多モード発振の半導体レーザ 4 を用いた本実施形態の光送信装置によれば、光ファイバ伝送路 5 中に反射部 8 が存在する場合でも、中間周波数  $f$  を、(2) 式を満たす範囲に設定することで、反射戻り光による特性劣化のない、良好な伝送を実現することが可能となる。

#### 【0029】

なお、本発明は、上述した実施形態に何ら限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の形態で実施し得るものである。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0030】

本発明は、伝送電気信号の周波数帯をこの周波数帯よりも高い特定の周波数帯に変換する周波数変換器と、この周波数変換後に電気/光変換する電気/光変換器として半導体レーザまたは光変調器とを備えており、アナログ信号に対してたとえ光伝送路で反射現象が発生しても、良好な光伝送特性を得ることができるという効果を有する。また、本発明は、伝送電気信号の周波数帯をこの周波数帯よりも低い、周波数変換後の周波数帯を  $500 \text{ MHz}$  又は  $200 \text{ MHz}$  以上とする周波数帯に変換する周波数変換器と、この周波数変換後に電気/光変換する電気/光変換器として単一モード発振レーザ又は多モード発振レーザとを備えており、同様の効果を有する。従って、光伝送路を利用して映像信号や移動体無線通信信号などのアナログ信号を光伝送する光送信装置等として有用である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0031】

【図 1】 光伝送路に反射部がある場合の光信号の振る舞いを示す説明図

【図 2】 光伝送路に反射部が無い場合の信号伝送の様子を示す説明図

【図 3】 反射部が存在する場合の多重反射による低周波領域位相雑音発生メカニズムを示す説明図

【図 4】 多重反射存在時の CNR の周波数依存性を示すグラフ

【図 5】 戻り光存在時の CNR の周波数依存性を示すグラフ

【図 6】 本発明の第 1 の実施形態にかかる光伝送システムを示す概略構成図

【図 7】 本発明の第 2 の実施形態にかかる光伝送システムを示す概略構成図

【図 8】 本発明の第 3 の実施形態にかかる光伝送システムを示す概略構成図

【図 9】 従来の光アナログ装置の概略構成図

【符号の説明】

【 0 0 3 2 】

1 合波手段

1 信号源

2 A 第 1 電気伝送路

2 B 第 2 電気伝送路

3 第 1 周波数変換装置

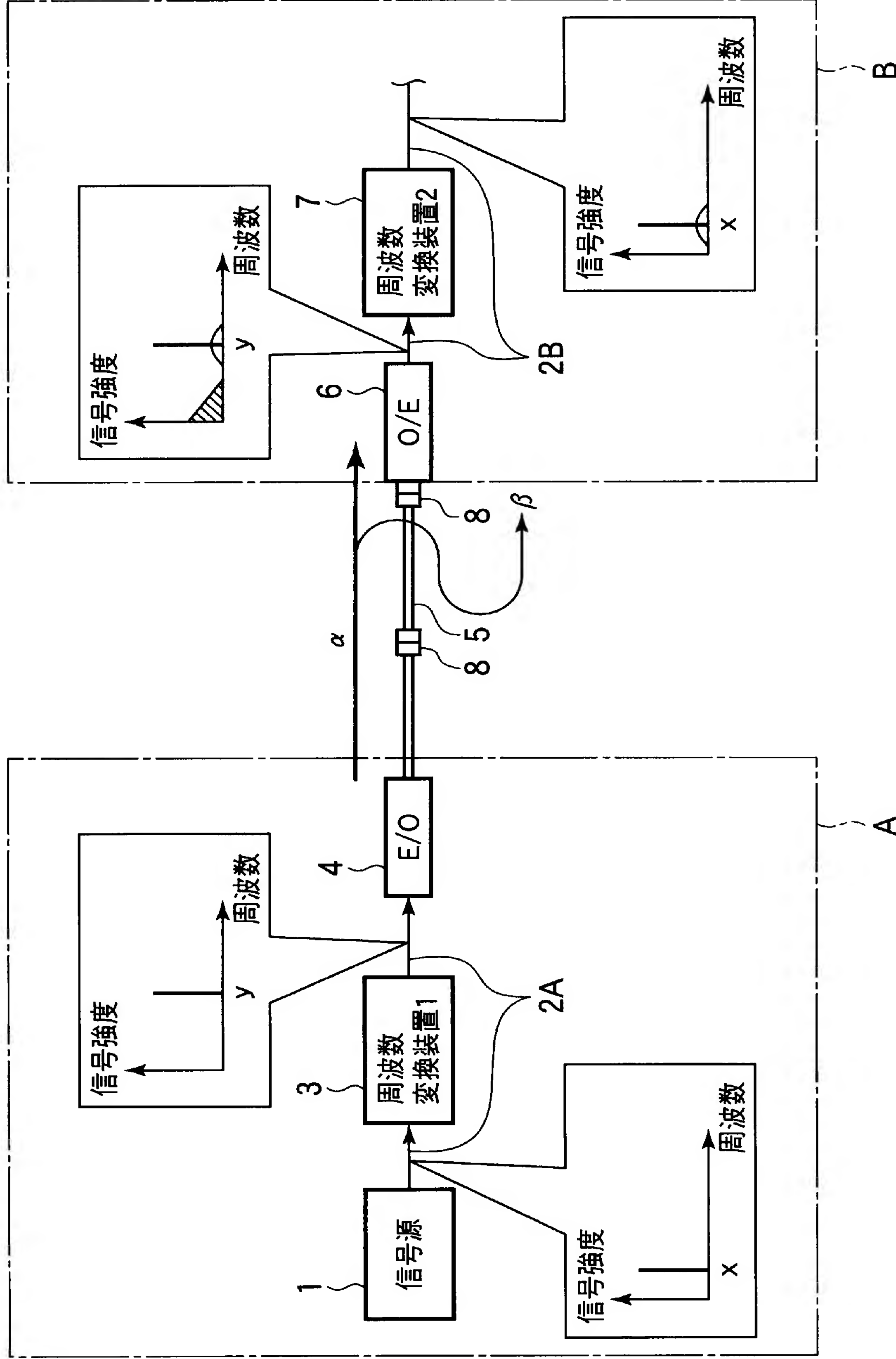
4 半導体レーザ（電気/光変換器；E／O 変換器）

5 光ファイバ伝送路

6 フォトダイオード（光/電気変換器；O／E 変換器）

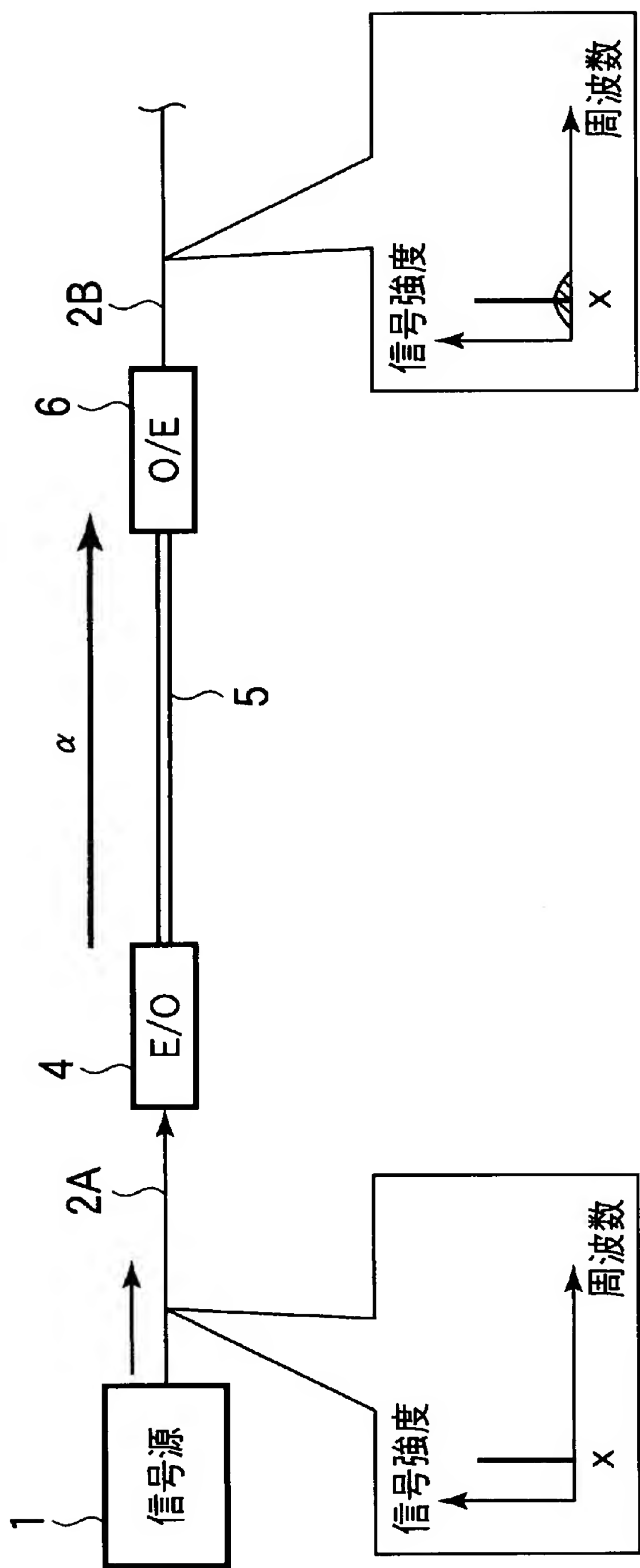
7 第 2 周波数変換装置



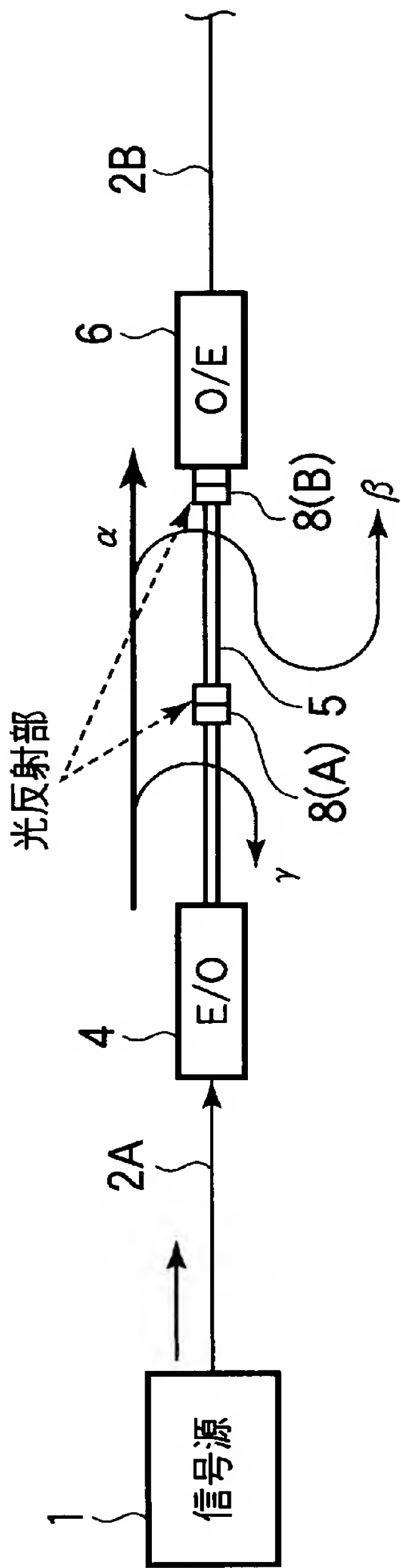




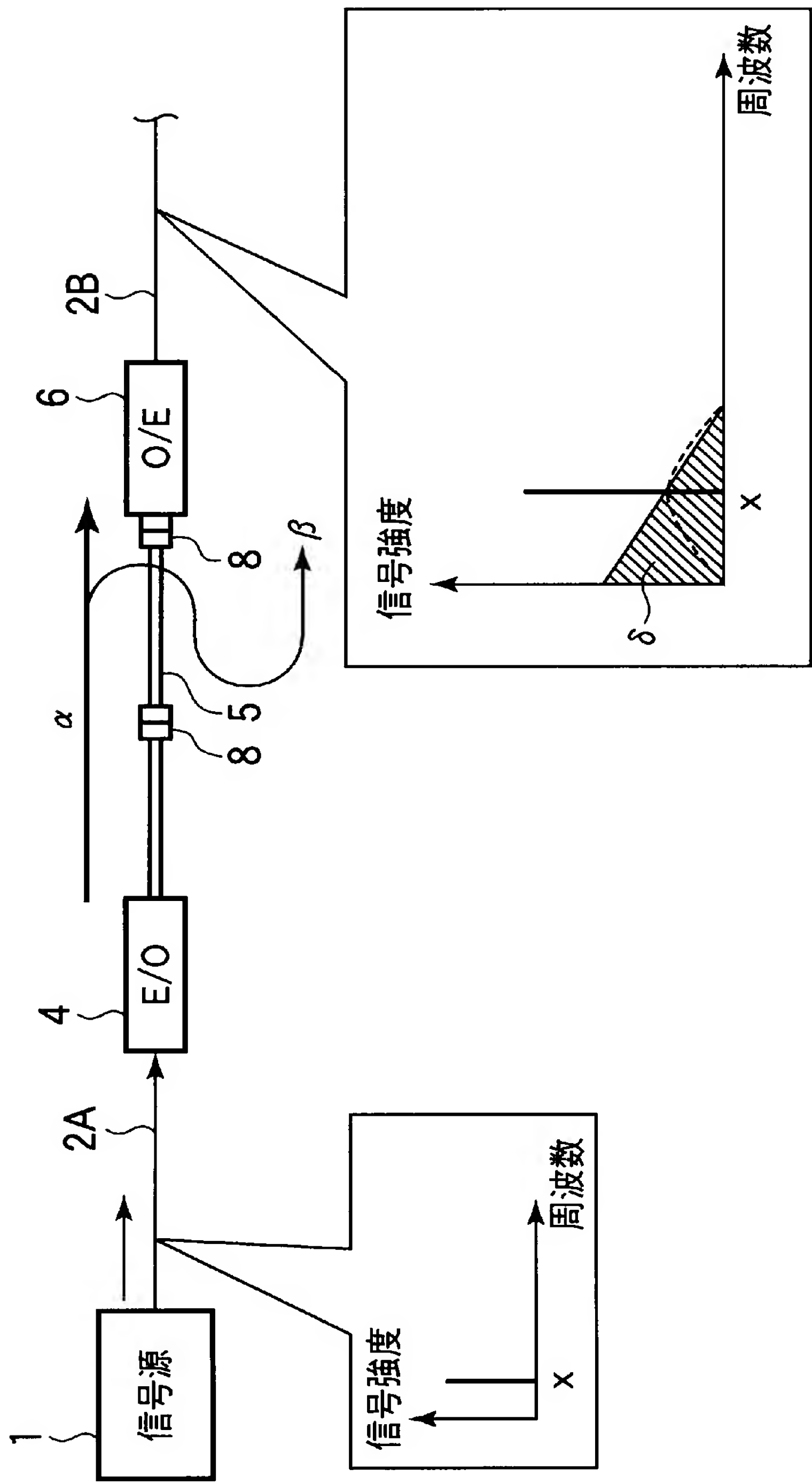
【图 2】



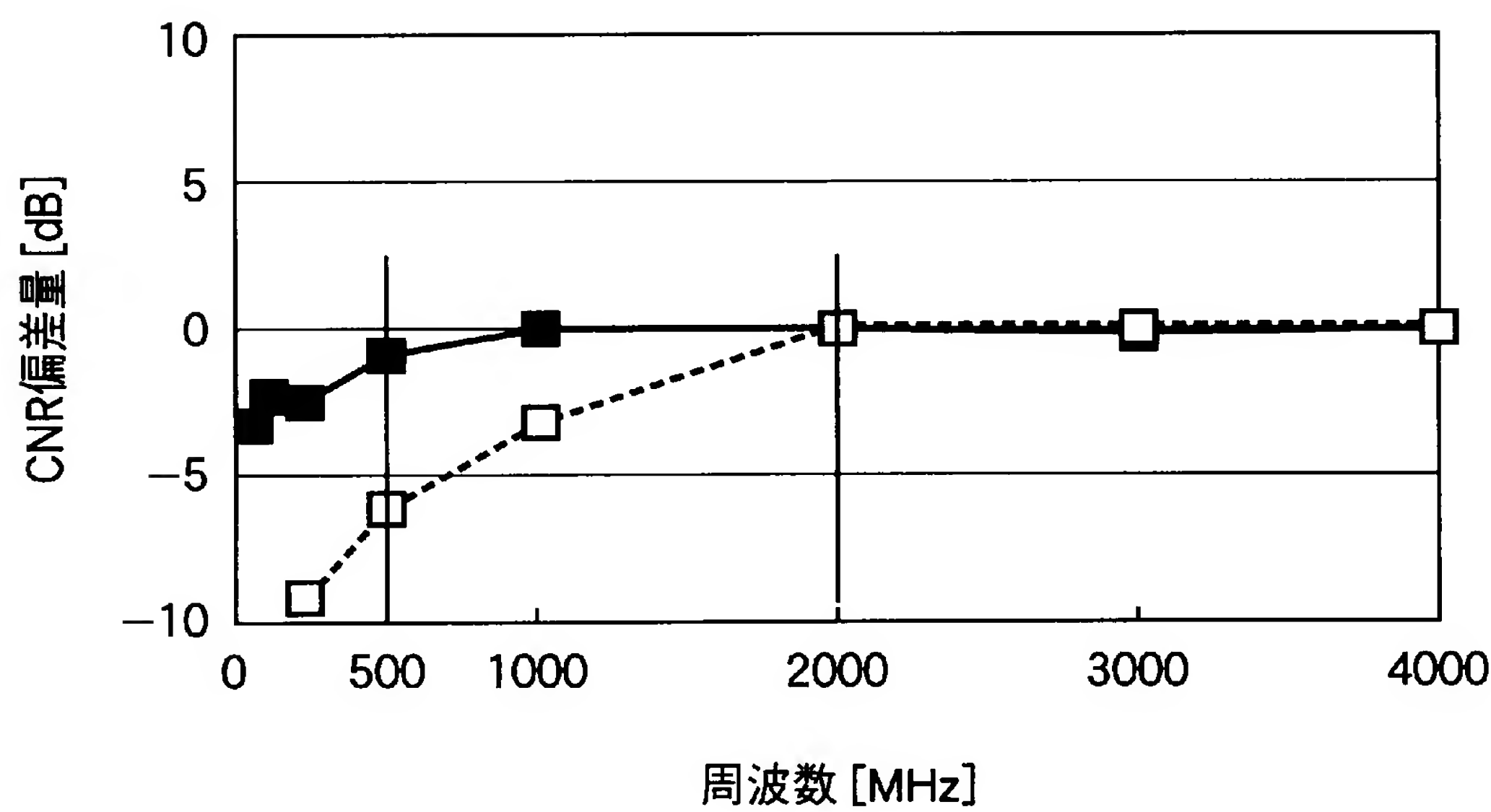
【图 3】



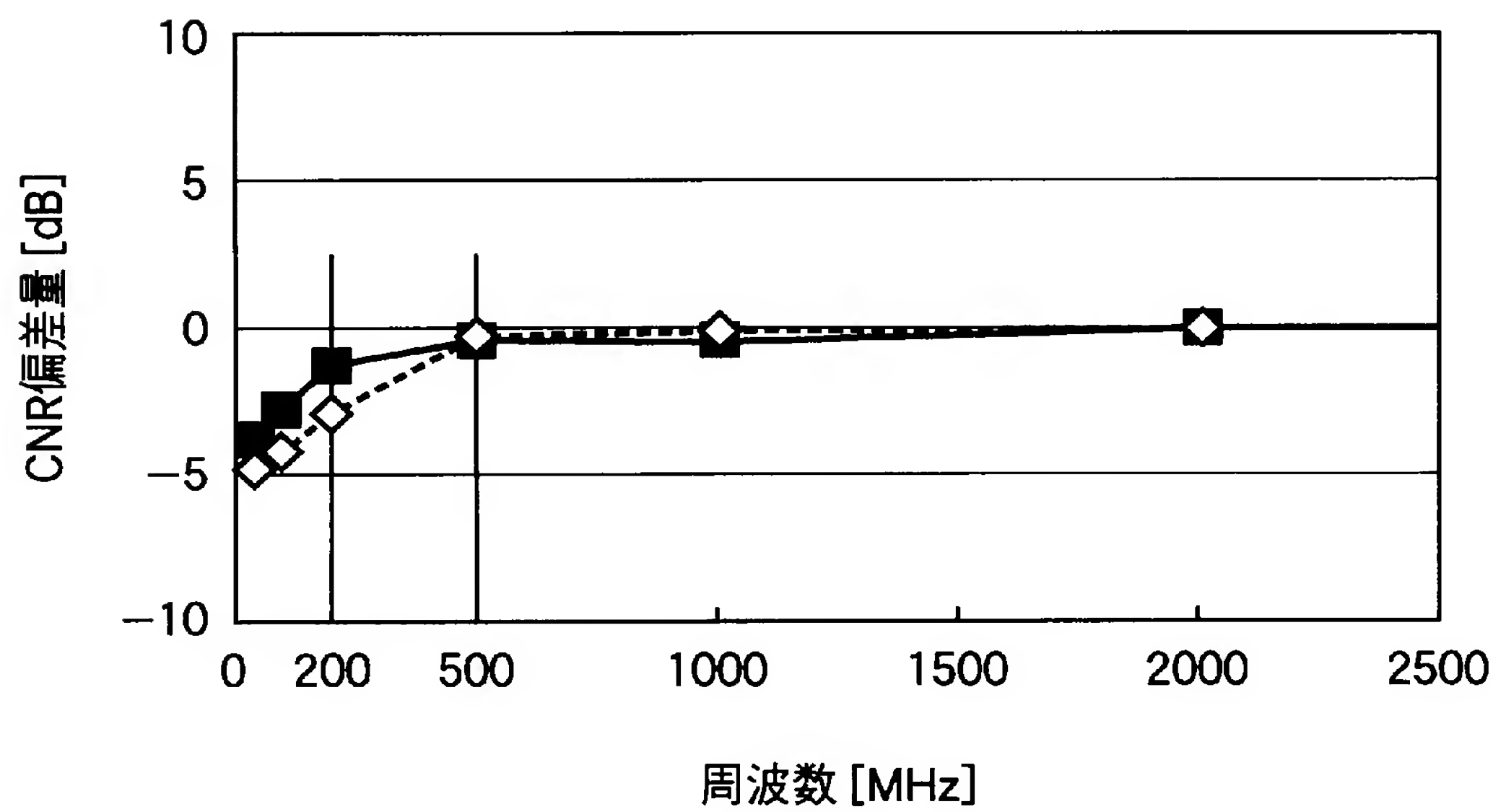
【图 4】



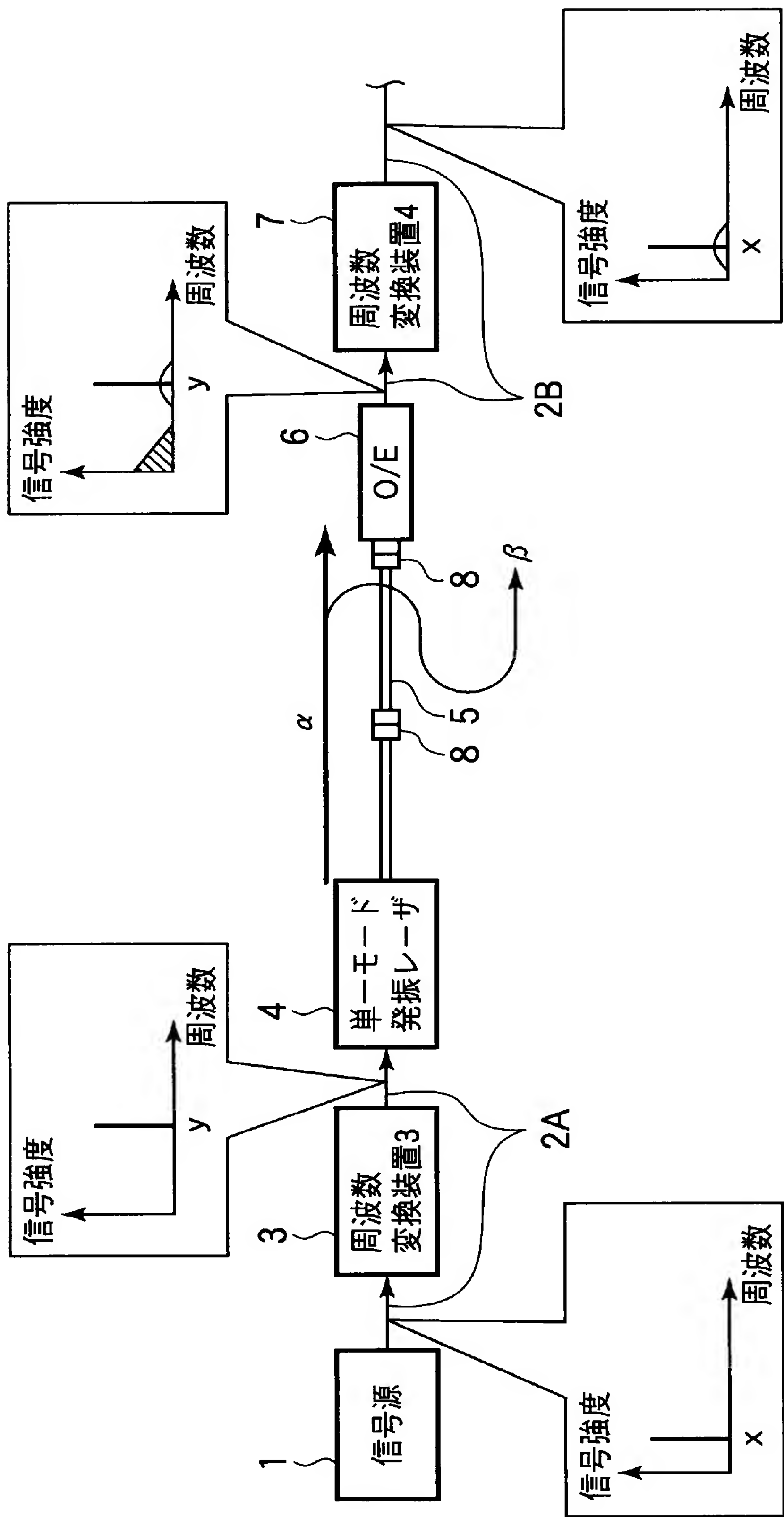
【 図 5 】



【 図 6 】

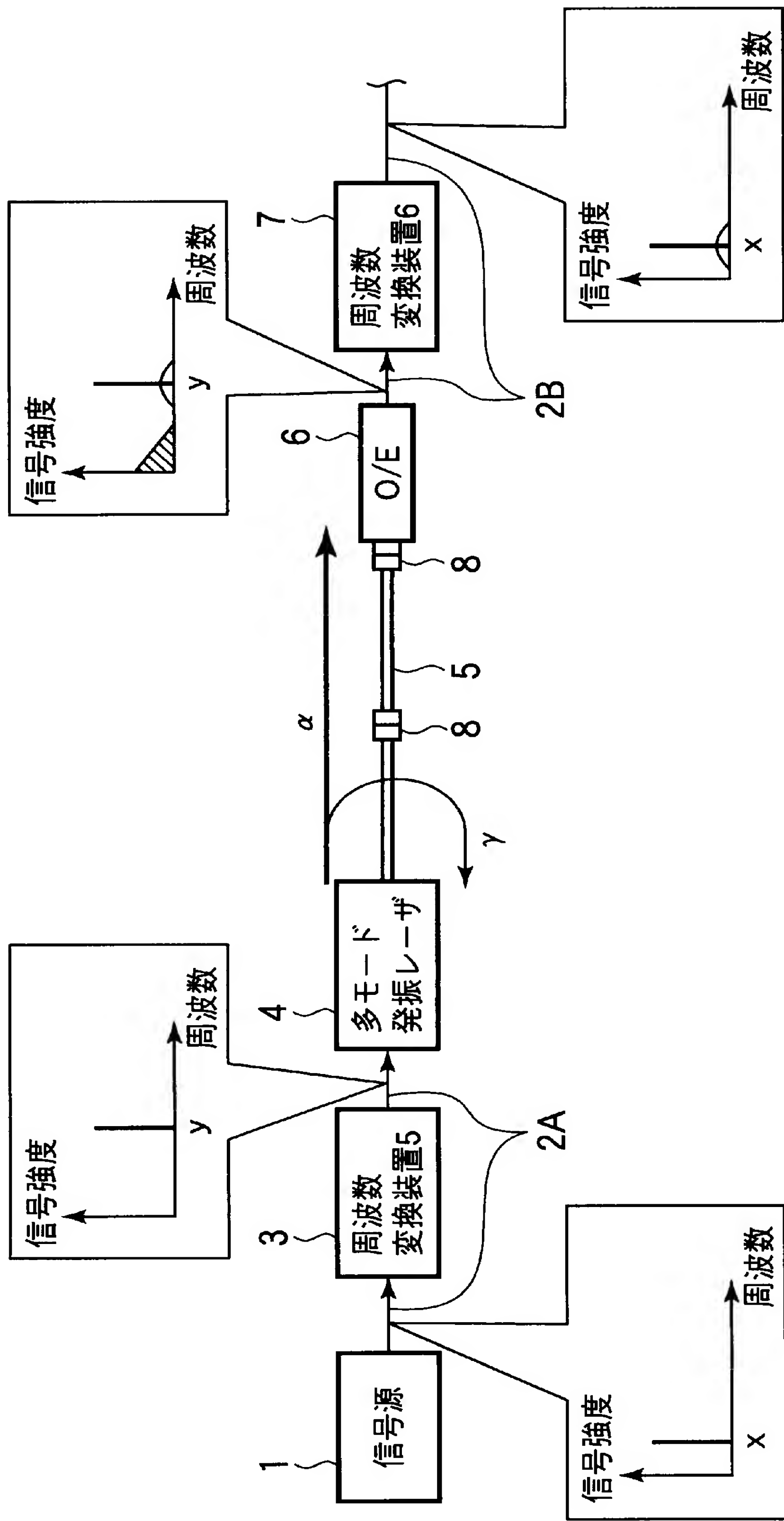


【図 7】

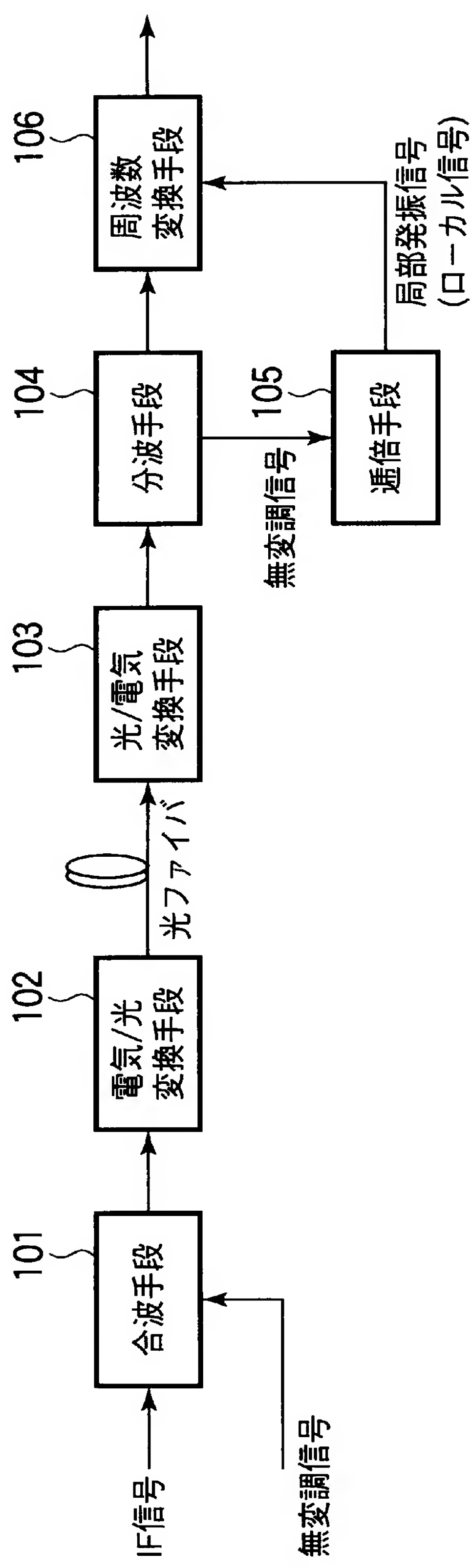




【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光の反射による劣化原因を究明し、アナログ信号に対して、たとえ光伝送路で反射現象が発生しても、良好な光伝送特性を得ることができる光送信装置及び光伝送システムを提供する。

【解決手段】 伝送すべき電気信号の周波数帯をこの周波数帯よりも高い所定の周波数帯に変換する周波数変換器 3 と、周波数変換後の電気信号の電気/光変換を行う電気/光変換器である半導体レーザ 4 とを有する。

【選択図】 図 1

出願人履歴

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社